

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

E.A.P. DE TECNOLOGÍA MÉDICA

**VALORES DE LA TASA DE EXPOSICIÓN A UN
METRO DE DISTANCIA DEL PACIENTE AL
TÉRMINO DE UN ESTUDIO DE GAMMAGRAFÍA
ÓSEA CON TECNECIO 99 METAESTABLE. SERVICIO
DE MEDICINA NUCLEAR INSTITUTO NACIONAL DE ENFERMEDADES
NEOPLÁSICAS
JULIO – SETIEMBRE DEL 2013**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el
área de Radiología**

AUTOR

Quispe Barriga, Elida Noemí

Taboada Rosello, Cristopher Jesús

ASESOR

Muñoz Barabino, Carmen Cecilia

Lima – Perú

2014

Agradecemos a la Lic. C. Cecilia Muñoz Barabino y al Lic. Luis Bernal Quispe por compartir sus conocimientos con nosotros y así dar un aporte importante para el logro de la presente investigación.

Dedicamos el presente trabajo de investigación a nuestros padres, por todo el apoyo demostrado, a lo largo de nuestra carrera profesional, para poder alcanzar nuestras metas.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.4. Objetivos de la investigación	
1.4.1. Objetivos generales	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	5

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	6
2.2. Bases teóricas.....	9
2.3. Definición de términos básicos.....	19
2.4. Hipótesis	20

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación	21
3.2. Unidad de observación, análisis y muestreo.....	21
3.3. Área de estudio	22
3.4. Población de estudio	22
3.5. Criterios de selección	

3.5.1. Criterios de inclusión.....	22
3.5.2. Criterios de exclusión.....	23
3.6. Muestra.....	23
3.7. Determinación de la muestra	24
3.8. Marco muestral.....	25
3.9. Método e instrumentación de recolección de datos.....	25
3.10. Procedimientos para la recolección de la información.....	25
3.10.1. Medición de la tasa de exposición.....	25
3.10.2. Aspectos éticos.....	26
3.11. Procesamiento y análisis de datos.....	27
3.11.1. Tipo de análisis.....	37
3.11.2. Elaboración de los datos.....	37
 CAPITULO IV: RESULTADOS.....	 28
 CAPITULO V: DISCUSIÓN.....	 35
 CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 38
6.1. Conclusiones	38
6.2. Recomendaciones	39
 BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	 40
 ANEXO 1.....	 44
 ANEXO 2	 46

ÍNDICE DE TABLAS

1. TABLA N° 1. Distribución de pacientes según sexo, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre del 2013.....	28
2. <i>TABLA N° 2.</i> Distribución de pacientes según edad, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Octubre a diciembre del 2013.....	29
3. TABLA N° 3. Media, mínimo y máximo de los valores de la Actividad administrada de Tecnecio 99 metaestable. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre. 2013.....	30
4. <i>TABLA N° 4.</i> Media, mínimo y máximo de los valores del tiempo post inyección hasta la medición de los datos. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre. 2013.....	31
5. <i>TABLA N° 5.</i> Media, mínimo y máximo de valores de la tasa de exposición de los pacientes inyectados con 99mTc. Octubre-diciembre. 2013.....	32
6. <i>TABLA N°6.</i> Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y el tiempo post inyección. Medicina nuclear-INEN. Lima. Octubre-diciembre. 2013.....	33
7. <i>TABLA N°7.</i> Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y la actividad administrada de los pacientes que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina nuclear-INEN. Octubre-diciembre. 2013.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1. <i>GRÁFICO N° 1.</i> Distribución de pacientes según sexo, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre del 2013.....	28
2. <i>GRÁFICO N° 2.</i> Distribución de pacientes según edad, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Octubre a diciembre del 2013.....	29
3. <i>GRÁFICO N° 3.</i> Media, mínimo y máximo de los valores de la Actividad administrada de Tecnecio 99 metaestable. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre. 2013.....	30
4. <i>GRÁFICO N° 4.</i> Distribución de los pacientes según el tiempo post inyección hasta la medición de los datos. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre. 2013.....	31
5. <i>GRÁFICO N° 5.</i> Distribución de los pacientes según la tasa de exposición. Medicina Nuclear-INEN. Octubre - diciembre. 2013.....	32
6. <i>GRÁFICO N°6.</i> Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y el tiempo post inyección. Dpto. Medicina nuclear-INEN. Lima. Octubre-diciembre. 2013.....	33
7. <i>GRÁFICO N° 7.</i> Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y la actividad administrada de los pacientes que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina nuclear-INEN. Octubre-diciembre. 2013.....	34

RESUMEN

El problema de la exposición externa está dado en un 90% por el tecnecio 99 metaestable y la principal fuente de exposición es la radiación proveniente de los pacientes inyectados para los procedimientos diagnósticos.

Objetivo: Determinar los valores de la tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc . **Diseño:** Estudio observacional, descriptivo, transversal y prospectivo. **Lugar:** Departamento de Medicina Nuclear del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN). **Procedimiento:** Se estudió a 300 pacientes de medicina nuclear que reunían los criterios de inclusión; y mediante una ficha de recolección de datos se obtuvo información de la tasa de exposición de los pacientes al término de su gammagrafía. **Resultados:** De los 300 pacientes, 224 fueron mujeres y 76 varones, representando el 75% y 25% respectivamente. La edad promedio de los pacientes es de 58 ± 14 años. El tiempo post inyección hasta las mediciones de los datos es en promedio 3.5 ± 0.7 horas. La actividad administrada promedio de los pacientes es de 21.4 ± 2.1 mCi. La tasa de exposición medida a un metro de distancia del paciente es en promedio $10.3 \pm 3.1 \mu\text{Sv/h}$, su mediana es $9.5 \mu\text{Sv/h}$, la moda es $9 \mu\text{Sv/h}$, el valor mínimo es $4.92 \mu\text{Sv/h}$ y el máximo $16 \mu\text{Sv/h}$. Además se puede observar que existe una correlación significativa alta y negativa (-0.92) entre el tiempo post inyección con la tasa de exposición; debido a que la vida media del tecnecio es de 6.02 horas. Se observa que existe una correlación no significativa y positiva ($+0.113$) entre la actividad administrada y la tasa de exposición, ya que esta última depende de varios factores. **Conclusión:** se encontraron que Los valores de tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con tecnecio ^{99m}Tc , son menores de $40 \mu\text{Sv/h}$, en conformidad con el cumplimiento de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Palabras claves: Tasa de exposición, actividad administrada, vida media, tecnecio 99 metaestable, gammagrafía ósea.

ABSTRACT

The problem of external exposure is given by 90% by the metastable technetium 99 and the main source of exposure is radiation from patients injected for diagnostic procedures.

To determine the values of exposure rate at one meter away from the patient at the end of his study of bone scintigraphy with 99mTc. Design: An observational, descriptive, transversal study. Location: Department of Nuclear Medicine of the National Institute of Neoplastic Diseases (INEN). Method: We studied 300 nuclear medicine patients that met the inclusion criteria; and using a data collection sheet information exposure rate of patients at the end of the scan was obtained. Results: Of the 300 patients, 224 were women and 76 men, representing 75% and 25% respectively. The average age of the patients was 58 ± 14 years. Post injection time to the measurement data is averaged 3.5 ± 0.7 hours. The mean administered activity of patients is 21.4 ± 2.1 mCi. The exposure rate measured one meter away from the patient is on average $10.3 \pm 3.1 \mu\text{Sv} / \text{h}$, the median is $9.5 \text{ mSv} / \text{h}$, the mode is $9 \mu\text{Sv} / \text{h}$, the minimum value is $4.92 \mu\text{Sv} / \text{h}$ maximum $16 \mu\text{Sv} / \text{h}$. Furthermore it can be seen that there is a high and significant negative correlation (-0.92) between the post injection time exposure rate; because the half-life of technetium is 6.02 horas. It is observed that there is no significant positive correlation ($+0.113$) between the administered activity and exposure rate, since the latter depends on several factors. Conclusion: they found that values of exposure rate at one meter away from the patient at the end of his study of bone scintigraphy with technetium 99m, are under $40 \mu\text{Sv} / \text{h}$, in accordance with the implementation of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).

Keywords: Rate exposure, administered activity, half-life, technetium 99 metastable, bone scan.

I. INTRODUCCIÓN.

La gammagrafía ósea es la exploración de Medicina Nuclear más realizada, implica inyectar un material radiactivo dentro de una vena, la cual se acumula en los huesos y emite radiación, que es detectada por una cámara que lentamente rastrea el cuerpo. El Tecnecio 99 metaestable (^{99m}Tc), es el radionúclido más utilizado para la realización de la gammagrafía ósea y de la mayor parte de las exploraciones de medicina nuclear, donde constituye una fuente de radiación que presta la mayor parte de la dosis a través de una vía de exposición externa a las personas que se encuentran en su entorno. Si bien los estudios con fuentes radiactivas abiertas son muy conocidos a nivel mundial, los procedimientos y las normas de protección radiológica que deben seguirse no están bien delineadas, esto se debe a que existen diferencias significativas socioeconómicas, culturales y legislativas que se traducen en diferencias en la práctica en sí.

Las recomendaciones básicas internacionales de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), para dar el alta a pacientes que se les ha administrado radionúclidos; han sido revisadas en fechas recientes para incorporar los resultados de los últimos estudios científicos sobre este tema. Estas recomendaciones mencionan; para que el paciente puede ser enviado a su domicilio se requiere que no exponga a ningún otro individuo a una dosis de radiación superior a 5 milisieverts (0.5 rem) en un año.

1.1. Situación problemática.

Es conocido a nivel mundial el daño biológico (somático, genético) que puede causar la exposición a radiación ionizante en los seres humanos, estos daños a la salud se dan a nivel celular y el ADN, por lo que pueden generar neoplasias e incluso ser hereditarios.

Efectivamente, una gran proporción de la dosis efectiva anual recibida por la población resulta de la radiación natural proveniente del medio ambiente (aproximadamente 86% de la dosis anual mundial per cápita). Sin embargo estudios recientes han comparado las estimaciones de los períodos 1985-1990 y 1991-1996, y concluyó que la dosis efectiva por persona, anual, en el mundo, debida a la exposición médica de pacientes aumentó el 35 % y la dosis colectiva se incrementó el 50 %. En los últimos años la exposición anual promedio creada por el hombre esta aumentado considerablemente, esto debido al aumento de procedimientos médicos que requieran el uso de radiación ionizante para diagnóstico o terapia.

“En un análisis preliminar, para el año 2006, en los Estados Unidos de Norteamérica, se espera que la contribución de la exposición médica de pacientes sea similar en magnitud al fondo natural de radiación como fuente de la exposición de la población estadounidense (Mettler et al., 2008)”. (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.19). (1)

“...se estimó que, en todo el mundo, anualmente se realizaban aproximadamente 2000 millones de estudios radiográficos, 32 millones de estudios de medicina nucleares... Se espera que estos números aumenten en los años futuros (UNSCEAR, 2000)”. (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.20). (1). De los estudios para el diagnóstico en medicina nuclear la gammagrafía ósea, es la exploración más realizada, representa alrededor del 30-40% de todos los estudios; y el radioisótopo más empleado en los estudios

diagnósticos es el Tecnecio 99 metaestable (^{99m}Tc), el cual es usado en el 65 % de todos los estudios de que se realiza a nivel mundial.

“Aunque en la rutina de trabajo en medicina nuclear se utilizan distintos tipos de radionucleidos, el problema de la exposición externa está dado en un 90% por el ^{99m}Tc y la principal fuente de exposición es la radiación proveniente de los pacientes inyectados para los procedimientos imagenológicos”. (Núñez, 2008, p. 9). (2)

Cuando se administra material radiactivo a pacientes, ya sea con fines de diagnóstico o con fines terapéuticos, los pacientes experimentan un incremento temporal en la cantidad de material radiactivo en su organismo y por lo tanto, se convierten en fuentes de radiación ionizante durante cierto tiempo, por lo cual, una vez egresados, pueden ocasionar exposición innecesaria, por tal motivo, resulta importante conocer el riesgo que conlleva la aplicación de este procedimiento, tanto para el público, como para los familiares del paciente. Así también, comprobar que se dé cumplimiento con la normativa de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

1.2. Formulación del problema.

¿Cuáles son los valores de la tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de un estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc , en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), entre los meses de julio - setiembre del 2013?

1.3. Justificación de la investigación.

Los daños a la salud por acumulación de radiación son graves, y a largo plazo las células sufren cambios en su estructura, que pueden derivar en una neoplasia; por tal motivo este proyecto aportará conocimientos sobre las radiaciones ionizantes, Saber cómo actuar y protegerse frente a estas.

Se conoce que existen diferencias significativas socioeconómicas, culturales y legislativas que se traducen en diferencias en la práctica de la protección radiológica en medicina nuclear, lo cual dificulta la estandarización de procedimientos, incluso en un mismo país; por tal motivo, las normas y los criterios que se siguen para dar de alta al paciente no están bien delineadas; razón por la que el presente trabajo de investigación brindará información para otros estudios, sobre la tasa de exposición de los pacientes al término de un estudio de gammagrafía ósea con Tecnecio 99m, tomando en cuenta los tres principios básicos de protección radiológica (justificación, optimización y limitación) según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

1.4. Objetivos de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar los valores de la tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con 99mTc.

1.4.2. Objetivos específicos.

- ☒ Determinar el valor máximo, mínimo y promedio de la actividad administrada y del tiempo post inyección hasta la medición de los datos.
- ☒ Obtener el valor máximo, mínimo y promedio de la tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc .
- ☒ Determinar la variación de la tasa de exposición según la actividad administrada y el tiempo post inyección antes del egreso del paciente.
- ☒ Comparar la tasa de exposición promedio obtenida con el valor de restricción de dosis, basándose en las orientaciones que establezca la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación.

Jaime Sandoval Lagos. et al. 1996. *Evaluación de dosis recibidas por pacientes y familiares debidas a las dosis diagnosticas administradas en medicina nuclear.*

: Cuantificar la tasa de dosis impartida por un paciente a quien se le han inyectado 20mCi de ^{99m}Tc con fines diagnósticos en Medicina Nuclear. **Métodos:** se hicieron cortes transversales imaginarios para formar planos a nivel de cabeza, esternón, abdomen y rodilla del paciente, y utilizando un detector Geiger se tomaron medidas de la tasa de dosis equivalente recibida, desplazando el detector por cada plano; inicialmente en contacto al paciente luego a 10cm, 30cm, 50cm, 100cm y 150cm, en las direcciones anterior, lateral y posterior del paciente y a cada nivel. El proceso se repitió al tiempo tomando las primeras medidas inmediatamente inyectado el paciente, luego 1h, 2h y 3 horas post-inyección. **Resultados:** En el proceso se muestra que en escalas logarítmicas se da la variación de la tasa de dosis equivalente obtenida con respecto a la distancia y para las horas post-inyección consecutivas. Se observa una tendencia lineal, de donde al realizar respectivos ajustes se obtienen los parámetros de un polinomio de la forma $\text{Log } D = \text{Log } A + B \text{Log } X$, lo que hace posible expresar el comportamiento de la tasa de dosis de la forma $D = AX^B$, donde A y B son parámetros, D es la tasa de dosis y X la distancia del paciente. **Conclusiones:**

Los estudios de Medicina Nuclear con fines diagnósticos, implican riesgo considerable de radiación para las personas que rodean al paciente. Se estima que para una distancia a un paciente de 82cm para personal ocupacionalmente expuesto y 274cm para público en general, los límites mencionados no son sobrepasados.

Trujillo Zamudio. et al 2006. Niveles de exposición a la radiación en pacientes de diagnóstico inyectados con ^{99m}Tc , ^{67}Ga y ^{131}I en el Instituto Nacional de Cancerología Servicio de Medicina Nuclear de México.

Objetivo: Medir el límite de la tasa de exposición a 1 m de los pacientes antes de salir del hospital, de acuerdo con la normativa de seguridad radiológica mexicanos en los pacientes tratados en un servicio de medicina nuclear (5 mR / h).

Metodología: Tres grupos de pacientes con diferentes radiofarmacos han sido controlados después de: a) estudio óseo de todo el cuerpo con 740 MBq de ^{99m}Tc -MDP (207 pacientes), b) estudios de infección después de la administración intravenosa de 185 MBq de ^{67}Ga (207 pacientes), y c) la tiroides estudios con 185 MBq de ^{131}I (142 pacientes). **Resultados:** indican que los niveles promedio de la tasa de exposición de cada grupo fueron: a) $0,57 \pm 0,17$ mR / h, b) $0,47 \pm 0,20$ mR / h, y c) $0,86 \pm 0,14$ mR / h. **Conclusión:** Este estudio ha demostrado que el Servicio de Medicina Nuclear en el INCA cumple con la NOM-013-NUCL-1995 regulación mexicana.

Irma Martínez Hernández. et al. 2009. *Análisis de Dosis Equivalente (H) a partir de la Exposición (X) recibida por Familiares de Pacientes en Estudio de Perfusión Miocárdica con ^{99m}Tc -Sestamibi.*

Objetivo: comparar las dosis equivalente teóricamente calculadas (DAT) mediante el Modelo de Fuente Puntual (MFP), respecto a las que se hacen mediante un detector Geiger (DAM), y cuantificar la dosis equivalente máxima de los familiares de los pacientes sometidos a dicho procedimiento. **Metodología:** Se evaluaron 30 pacientes voluntarios con indicación clínica para PM-99mTc-Sestamibi con protocolo de adquisición de 1 día: Reposo-Esfuerzo, con dosis de 15-30 mCi (555-1110 mBq) respectivamente. Inmediato a cada inyección de 99mTc-sestamibi se calculó la DAT, utilizando la ecuación que describe el MFP considerando una distancia de 1 metro; y se midió la rapidez de exposición (DAM) mediante un detector Geiger a una distancia de 1 metro a la altura del corazón. La comparación de las mediciones (DAT vs DAM) fue realizada mediante la prueba estadística “t student” para muestras independientes, considerando un nivel de significancia $p=0.05$. Para los datos de la segunda inyección, se realizó un análisis de regresión para evaluar la correlación lineal entre ambas mediciones. **Resultados:** Inmediatamente después de la inyección de 15 mCi (555 mBq) de 99mTc Sestamibi, los valores de la DAM (1.37 ± 0.43 mrem, 13.7 ± 4.3 μ Sv) difieren significativamente de la DAT (1.04 mrem, $p < 0.05$) (10.4 μ Sv). La segunda inyección de 30 mCi (1110 mBq) de 99mTc-Sestamibi se realizó en un tiempo promedio de 2.57 ± 0.02 hrs, teniendo el grupo de pacientes una actividad inicial calculada de 11.14 ± 0.76 mCi (412.2 ± 28.12 mBq). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre la DAM (2.76 ± 0.87 mrem) respecto a la DAT (2.86 ± 0.05 mrem, $p = 0.58$) (28.6 ± 0.5 μ Sv), después de la segunda inyección del radiofármaco. Sin embargo, el índice de correlación de Pearson entre ambas mediciones fue de 0.22 con una significancia de $p = 0.12$. Asumiendo que posterior a la segunda inyección el familiar del paciente se mantiene a una distancia de 1 metro durante las 3 horas restantes del estudio, la dosis absorbida por el familiar calculada por el MFP es de 6.93 ± 0.13 mrem (69.3 ± 0.13 μ Sv). **Conclusiones:** Los valores de la DAT y la DAM no son significativamente diferentes; sin embargo el análisis de regresión plantea la necesidad de realizar un análisis de variabilidad y reproducibilidad de las mediciones que rutinariamente se realizan y/o explorar el cálculo la dosis equivalente mediante otro modelo diferente al MFP. La dosis

equivalente máxima calculada para un familiar que acompaña al paciente que está en estudio de PM-99mTc-Sestamibi equivale a la exposición de 8.4 días a la radiación natural de fondo, considerando que la radiación natural es de 300mrem/año (3mSv/año); por lo que dicho estudio no representa ningún riesgo, lo que disminuye aún más la relación costo-beneficio de dicho procedimiento.

2.2. Bases teóricas

La Medicina Nuclear es la especialidad médica que emplea radiaciones nucleares, variaciones electromagnéticas, los componentes del núcleo y técnicas biofísicas afines para la prevención, diagnóstico, terapéutica e investigación médica. En las técnicas de diagnóstico de medicina nuclear, dado que se inyecta una mínima cantidad de sustancia radioactiva al paciente, las imágenes son de muy baja resolución, por lo que la información anatómica que proporcionan no suele ser muy buena, a diferencia del resto de las técnicas de diagnóstico por imagen (Tomografía Axial Computarizada, Imagen por Resonancia Magnética o Ecografía, etc.), que mayormente ofrecen información estructural o anatómica; pero son excelentes para obtener imágenes de tipo funcional, se puede, por ejemplo, marcar un tipo de moléculas o células determinadas y mirar cómo se distribuyen por el cuerpo; utilizando equipos gammagráficos. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

La gammagrafía, es una prueba diagnóstica que se basa en la imagen que producen las radiaciones, generadas tras la inyección o inhalación en el organismo de sustancias que contienen isótopos radiactivos. Una vez que la sustancia radioactiva está dentro del organismo, se distribuye por diversos órganos dependiendo del tipo de sustancia empleada, emitiendo una pequeña cantidad de radiación que es detectada por unos aparatos llamados gammacámaras, esta señal radioactiva es amplificada y posteriormente

transformada en una señal eléctrica que es analizada, almacenada digitalmente en un procesador o computador y representada como una imagen, en escala de grises o en color, cuya intensidad es proporcional a la energía recibida. Luego se pueden procesar los datos recibidos mediante tratamiento informático, para formar una imagen tridimensional de todo el cuerpo o del órgano en estudio. ⁽¹⁾⁽²⁾⁽⁶⁾

La gammagrafía ósea, es la exploración de Medicina Nuclear más usada en el servicio de medicina nuclear, representa alrededor del 30-40%; debido a su elevada sensibilidad y bajo porcentaje de error de falsos negativos. Ofrece una imagen anatómofuncional que proporciona información sobre el metabolismo óseo. Actualmente se emplea en múltiples patologías. Es claro que las bases del estudio gammagráfico radican en la utilización de las sustancias radioactivas, estas son conocidas como, radiofármacos. ⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Los radiofármacos que se utilizan en Medicina Nuclear, están formados por un fármaco transportador y un radioisótopo, es por ello que, poseen una doble naturaleza; por una parte el fármaco posee características que hacen que se distribuya por el organismo de forma específica, pero son los isótopos radiactivos emisores gamma que llevan artificialmente incorporados, los que permiten su detección, y por tanto la puesta en evidencia del resultado de los procesos que hacen que esta sustancia se deposite en distintas localizaciones. De esta forma se puede estudiar la llegada del radiofármaco al órgano, su distribución y posteriormente su eliminación. El radiofármaco ideal tendría las características de proporcionar la máxima eficacia en el diagnóstico de enfermedades (fármaco) y una dosis radiactiva mínima para el paciente (radioisótopo). ⁽²⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

Los fármacos habitualmente usados para el rastreo óseo, son los difosfonatos orgánicos, que se fija en los huesos mediante quimioabsorción a los cristales de hidroxapatita. El compuesto es absorbido por la masa ósea en razón directamente proporcional a su actividad osteoblástica y a la vascularización ósea. Por ello,

todos aquellos procesos que produzcan una reacción osteoblástica, serán precozmente detectados, independientemente de su naturaleza. ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

La nocividad de estos radiofármacos son su radiactividad y el tipo de radiación, que presentan cierto riesgo biológico, motivo por el cual se utilizan con mayor frecuencia los radioisótopos emisores de radiación gamma. Además el riesgo biológico será tanto más pequeño cuanto más rápido se eliminen del organismo. Debido a que los procesos de eliminación son relativamente lentos, se deben emplear isótopos en los que la actividad decaiga rápidamente, es decir de corto período de semidesintegración. ⁽²⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

Las aplicaciones diagnósticas no requieren precauciones especiales tras salir el paciente del hospital, ni tampoco requieren indicaciones muy detalladas al paciente sobre su comportamiento, porque la mayoría de los radionúclidos utilizados para estos fines tienen periodos de semidesintegración y biológico cortos, además de que se administran cantidades limitadas de actividad. (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2010, p.5). ⁽¹³⁾

El Tecnecio 99 metaestable (^{99m}Tc), es el radioisótopo más utilizado para la realización de la gammagrafía ósea y de la mayor parte de las exploraciones de Medicina Nuclear. Presenta una vida media corta de 6.02 horas y emite radiación gamma característica que posee una energía de 140KeV, ideal para su detección por la gammacámara. Debido a su número de valencia 7+, y a que pueden obtenerse otras valencias estables utilizando agentes reductores, ofrece una facilidad de marcaje (unión de un isótopo radiactivo a compuestos no radiactivos) con diferentes moléculas o fármacos. Todas estas características convierten al tecnecio 99 metaestable en el radiofármaco ideal para realizar exámenes diagnósticos en medicina nuclear, ya que además de permitir un buen estudio, no generan mayor riesgo de dosis de radiación para las personas que se encuentren a su alrededor. ⁽²⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾

La dosis equivalente máxima calculada para un familiar que acompaña al paciente que está en estudio de Perfusión Miocárdica con Tecnecio 99 metaestable-Sestamibi equivale a la exposición de 8.4 días a la radiación natural de fondo, considerando que la radiación natural es de 300 mrem/año (3 mSv/año); por lo que dicho estudio no representa ningún riesgo, lo que disminuye aún más la relación costo-beneficio de dicho procedimiento. (Martínez Hernández, 2009, p.7). ⁽⁵⁾

Básicamente, se utilizan dos parámetros para definir varios términos de la medida de la radiación: la ionización de la materia producida por la radiación, y la energía proveniente de la radiación absorbida por la materia. De estos dos conceptos básicos han derivado distintos tipos de medida de la radiación. Las aplicaciones de las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección radiológica (ICRP) requieren de la comprensión de una variedad de conceptos y magnitudes. Esto implica que para comprender los mecanismos a través de los cuales se producen los múltiples efectos que la radiación ionizante puede inducir en los organismos vivos y su relación con las magnitudes básicas utilizadas en protección radiológica, es necesario conocer previamente las magnitudes básicas que permiten caracterizar y cuantificar los fenómenos de la desintegración radiactiva, generación, transporte e interacción de la radiación ionizante con la materia. Se han desarrollado diferentes unidades y medidas por parte de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de la Radiación (ICRU) y organismos similares; estas organizaciones establecieron las magnitudes: dosis absorbida, exposición, dosis equivalente y actividad, y sus correspondientes unidades especiales; rad, Roentgen, rem y curio. Posteriormente se adoptó como unidades del sistema internacional de medidas, el Gray, el Sievert, y el Bequerelio. ⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

La dosis absorbida (D_x); es una medida de la cantidad de energía impartida a la materia por cualquier tipo de radiación ionizante por unidad de masa del material irradiado en un punto de interés. Este concepto se aplica a todas las categorías de dosimetría, a todos los materiales y a todas las formas de radiación ionizante. Su unidad en el sistema internacional es el gray (Gy) que es definido como la energía

depositada por 1 joule por kg de material. La unidad tradicional es el rad y 1 Gy equivale a 100 rads. ⁽²⁾⁽¹⁵⁾

Dosis equivalente (H); es una cantidad que toma en cuenta el daño biológico producido en un tejido por diferentes tipos de radiación. Aun cuando la energía depositada es igual a nivel macroscópico (o sea que la dosis absorbida es la misma), los diferentes tipos y energías de radiación producirán diferente daño biológico. La unidad de dosis equivalente es el joule por kilogramo y se llama sievert (Sv). La dosis equivalente para radiación gamma es obtenida multiplicando la dosis absorbida por un factor de peso de radiación igual a 1, por lo tanto la dosis equivalente en Sv es numéricamente igual a la dosis absorbida en Gy. La mayoría de las dosis equivalentes encontradas en procedimientos diagnósticos estarán en el orden de los mSv o μ Sv. Si se conocen las características de atenuación del material absorbente, la dosis absorbida puede ser calculada de la exposición a la radiación y viceversa. ⁽²⁾⁽¹⁵⁾.

La exposición a la radiación, es el valor absoluto de la carga total de los iones de un solo signo producidos cuando todos los electrones liberados, por la energía electromagnética incidente, por unidad de masa de aire son completamente parados en aire. La exposición es precisamente definida en términos de la cantidad de ionización producida en aire por la fuente de radiación. Es medida en unidades de culombios por kilogramo (C/kg) de aire a temperatura y presión normal; esta unidad sustituye al roentgen usado en el sistema tradicional. ⁽²⁾⁽¹⁵⁾

La tasa de exposición; es la variación de la exposición en un intervalo de tiempo producida en un volumen de aire. La tasa de exposición generada por una fuente de actividad puntual puede expresarse en función de la actividad de dicha fuente y la distancia que existe entre ésta y el punto de interés. La unidad del sistema internacional de medida de la tasa de exposición es el culombio por kilogramo por segundo (C/kg*s). En protección radiológica es usual indicar estos valores de tasa “por hora”. La magnitud “exposición” da una indicación de la capacidad de los

rayos gamma para producir un cierto efecto en aire, el efecto en tejido será, en general, proporcional a este efecto en aire. En los procedimientos de diagnósticos en medicina nuclear, las tasas de exposición de los pacientes antes de salir del hospital son mínimas, en relación a la protección radiológica para el público. ⁽¹⁵⁾

Las tasas de dosis de radiación alrededor de los pacientes fueron determinadas y la posible exposición a la radiación de los otros pacientes, asistentes y enfermeros en los alrededores de los pacientes “radiactivos” fue estimada. Las dosis fueron muy por debajo de los límites establecidos por las normas de protección radiológica. ([Preitfellner](#). et al. 1995, p.1). ⁽¹⁶⁾

Para practicar un examen de diagnóstico con un radioisótopo administrado al paciente, Estos deben responder un doble criterio: El de seguridad para el paciente y eficacia para el diagnóstico. La exposición de los pacientes durante la gammagrafía es deliberada y no puede ser reducida indefinidamente sin perjuicio del examen para el cual ha sido realizada a través de un deterioro de la calidad de la imagen en cámara gamma. Por otra parte, se requiere optimizar la protección del paciente, para prevenir la aparición de efectos estocásticos en los mismos. Una vía para lograr lo anterior es a partir de optimizar la actividad administrada al paciente. ⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

La Actividad de un radionúclido, Consiste en la transformación espontánea de los núcleos en determinado tiempo, esto implica la redistribución de los componentes del núcleo tendiendo a buscar una estructura más estable. Esto es posible mediante la emisión de partículas y/o radiación electromagnética (fotones gamma) buscando así su estado de mínima energía. Los nucleídos que se transforman espontáneamente son conocidos como radionúclidos, los cuales pueden ser naturales o artificiales. Siendo su unidad de medida en el sistema internacional el Becquerelio (Bq), que corresponde a una desintegración por segundo. La unidad en el sistema cegesimal es el curio (Ci) que equivale a 3.7×10^{10} Bq. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁷⁾

El valor máximo de la actividad administrada recomendado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para estudios gammagráficos óseos, es de 600 MBq, y el dado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica es de 750MBq. Aquí en el Perú el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) menciona que las dosis en pacientes jóvenes y adultos debe ser de 7.4MBq (200 μ Ci) por kilogramo de peso corporal o una dosis de 370 a 740 MBq (10 a 20mCi) administrado lentamente en periodo de 30 segundos. ⁽¹⁵⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾.

Se puede deducir que la actividad administrada para los procedimientos de gammagrafía ósea no está bien definida en muchos países. Pérez Díaz y otros. (2003) afirman: “El valor de actividad a administrar más comúnmente utilizado a nivel internacional y en Cuba es 740MBq, mientras la media europea es de 450 MBq.” (p. 2). Además los valores de actividad a administrar están condicionados por el radiofármaco empleado, el tipo de equipamiento de que se dispone, el tiempo de espera, el tamaño de la matriz utilizada, el peso y edad del paciente y el tiempo de adquisición; por lo que, los pacientes pueden recibir dosis superiores a las mínimas necesarias para el diagnóstico. “El radiofármaco utilizado para la gammagrafía ósea es el ^{99m}Tc unido a un compuesto organofosforado (difosfonato), con una actividad administrada por vía intravenosa comprendida entre 740-1100 MBq (20-30mCi).”(Núñez Cambre y otros, 2006, p. 83). ⁽²⁰⁾⁽²¹⁾

Las actividades para los radionúclidos de uso común y las tasas de dosis correspondientes con la que un paciente puede ser dado de alta en el cumplimiento de los límites de dosis; se calculan en función de las disposiciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y las del Consejo Nacional de Protección Radiológica y Medidas de EE.UU. (NCRP). Estos se basan en una fórmula que es aplicable a todos los radionúclidos; donde se menciona que para el cálculo de la tasa de dosis se necesita conocer: la constante específica del radionúclido para una fuente puntual, la actividad restante en el paciente en el momento de su liberación, vida media física del radionúclido, que la distancia del punto de origen al punto de interés sea de un metro y el tiempo de exposición en

días. De la formula mencionada se puede deducir que los diferentes valores de la actividad administrada hacen que varíe en forma directa la tasa de exposición y la dosis adsorbida. Además puede plantearse que el riesgo radiológico para efectos estocásticos se reduce por el hecho de optimizar la actividad a administrar. Pérez Díaz y otros. (2003) afirma “Puede apreciarse una reducción de la dosis absorbida en órganos y tejidos... la reducción de la dosis absorbida en la superficie ósea y la vejiga urinaria al disminuir la actividad administrada desde 740MBq hasta 430MBq”. ⁽¹³⁾⁽²⁰⁾⁽²²⁾⁽²³⁾

Después de la administración del radiofármaco, el tiempo para la obtención de las imágenes en el estudio de gammagrafía ósea se realizará después de 2 a 4 horas, este tiempo es necesario, para permitir la fijación del radiofármaco al hueso y su depuración de la actividad en partes blandas, por vía renal. Por ello el paciente requiere hidratarse con al menos 1 a 1,5 litros de agua o algún otro líquido y concurrir a orinar las veces que sea necesario, como también previo al estudio, para vaciar la vejiga. El mayor o menor tiempo de espera del paciente para el estudio luego de la inyección del radiofármaco, viene dado en general, por el nivel metabólico del hueso, que determinará una mayor captación del mismo. Este es más rápido en personas jóvenes (tiempo de espera 2 a 3 horas.), que en adultos mayores (tiempo de espera 3 a 4 horas.). La parte del rastreo del examen durará aproximadamente una hora. Debido a que el tiempo de vida media del tecnecio (99mTc) es corto o sea de 6.02 horas, el tiempo que durará el estudio, va a disminuir la tasa de exposición que emita el paciente radiactivo, debido al decaimiento del tecnecio (99mTc). ⁽⁶⁾⁽²⁴⁾

Al no haber una norma nacional expresa que regule las condiciones que permitan la libre circulación del paciente radiactivo. La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP 60, 1990) y las del Consejo Nacional de Protección Radiológica y Medidas de EE.UU. (NCRP). Establece en la regla 10 CFR 35.75 lo siguiente: Todo paciente que pueda exponer a otros individuos a una dosis efectiva equivalente superior a 1 mSv (100 mrem) debe recibir instrucciones escritas del

médico tratante que cumplan con el criterio "ALARA" (Tan bajo como sea razonablemente alcanzable). Además, para que un paciente sometido a tratamiento radiactivo pueda ser enviado a su domicilio se requiere que no exponga a ningún otro individuo a una dosis de radiación superior a 5 milisieverts (0.5 rem) en un año. ⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁵⁾

Las organizaciones internacionales (ICRP 103, ICRP 60; ICRP 105; NBS) establecen que el alta de pacientes se planifique de manera que los miembros del público no superen el límite de dosis de 1 mSv/año. Para el grupo de personas del entorno del paciente incluyendo sus cuidadores voluntarios (no profesionales), la publicación 94 del ICRP establece una restricción de dosis de 5 mSv durante el periodo de tratamiento y que esta debe usarse de manera flexible para diferentes situaciones concretas y grupos de riesgo (niños, adultos, embarazadas). En dichas publicaciones se recomienda que ni los niños ni los visitantes deban ser cuidadores del paciente. Los visitantes deben ser considerados como miembros del público y los niños, aunque sean de la familia y convivan con el paciente, y su exposición sea exposición médica, se les debe aplicar la restricción de dosis de 1 mSv. También se tiene en cuenta la edad del individuo expuesto lo cual juega un papel importante al determinar el riesgo al que está expuesto. En el caso de mujeres embarazadas el feto no debe superar 1 mSv durante todo el tiempo de gestación. Para niños de hasta 10 años de edad, se asume que tienen el mismo riesgo que un niño en gestación y por tanto se les aplica la restricción de dosis de 1 mSv. El riesgo para niños mayores de 10 años y adultos hasta 60 años es de 2 a 3 veces más bajo. La restricción de de dosis, una restricción de dosis de 3 mSv es razonable por episodio. Adultos de 60 años de edad tienen de 3 a 10 veces menor riesgo que la población promedio y para individuos de más de 65 años de edad el riesgo es de 5 a 10 veces más bajo. Por lo que una restricción de dosis para este grupo de 15 mSv se considera razonable. ⁽¹³⁾⁽²⁶⁾

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) y la Asociación Europea de Autoridades competentes en protección radiológica (HERCA); proponen recomendaciones

básicas internacionales para dar el alta radiológica a pacientes inyectados con radionúclidos; estas han sido revisadas en fechas recientes para incorporar los resultados de los últimos estudios científicos sobre este tema. Estas recomendaciones mencionan que se dará el alta radiológica si la tasa de dosis emitida por el paciente es menor que la tasa de dosis correspondiente a una actividad administrada de 800 MBq (21,6 mCi). En la práctica esto se puede corresponder con una tasa de dosis menor que 40 $\mu\text{Sv/h}$ medida a la altura del centro del tórax a 1 metro de distancia en la parte frontal del paciente, hallándose éste de pie o sentado pero siempre en la misma posición. Hay que tener en cuenta que la instrumentación deberá estar adecuadamente calibrada y la medida se deberá realizar bajo la supervisión de un especialista responsable de la protección radiológica. Además que el paciente quiera y sea capaz de seguir las instrucciones que se le van a dar por escrito y verbalmente. ⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (1999) afirma: “Para la mayoría de los procedimientos de diagnóstico de medicina nuclear, el valor de dicha dosis total a... 1 metro del paciente varía entre 0,05 y 0,10 mGy. Estas dosis no representan ningún riesgo significativo para las familiares embarazadas”. (p.19). ⁽²¹⁾

El hecho de que la prevalencia natural sea generalmente mucho mayor que el riesgo de radiación de los procedimientos diagnósticos en la práctica clínica no retracta de la necesidad de adherir a la filosofía de ALARA (Tan bajo como sea razonablemente alcanzable).

2.3. Definición de términos básicos.

- ☑ Tasa de exposición: Son los valores que vamos a medir, se refiere a la situación en la que el público absorbe radiaciones ionizantes provenientes de un paciente que se le ha administrado tecnecio 99 metaestable.
- ☑ Gammagrafía ósea: En este estudio se realiza inyectando el radiofarmaco AMD marcado con tecnecio 99 metaestable a un paciente, la sustancia viaja a través de la sangre hasta los huesos y órganos. La radiación emitida es detectada por una cámara que lentamente rastrea el cuerpo
- ☑ Radioisótopo o radionúclidos: Un isótopo radiactivo se caracteriza por tener un núcleo atómico inestable que emite energía en forma de radiación cuando cambia de esta forma a una más estable. Los isótopos radiactivos tienen usos en medicina nuclear y en este estudio se usara el tecnecio 99 metaestable.
- ☑ Tecnecio 99 metaestable (99mTc): Es el radionúclido que se utilizará para la gammagrafía ósea y es el que originará la tasa de exposición para la medición de los datos. Además es el más utilizado para estudios diagnósticos en medicina nuclear.
- ☑ Dosis efectiva anual: Esta magnitud es un indicador cuantitativo de la probabilidad de que pueda ocurrir un efecto adverso, generalmente [cáncer](#), sobre una persona irradiada a cuerpo completo en un año.

2.4. Hipótesis.

Los valores de tasa de exposición a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con tecnecio 99m, son menores de $40\mu\text{Sv/h}$, en conformidad con el cumplimiento de la ICRP en el control de la protección radiológica.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación.

El presente estudio es de tipo cuantitativo, observacional, descriptivo y de corte transversal.

3.2. Unidad de observación, análisis y muestreo.

Es el paciente que ingresó al servicio de medicina nuclear, para realizarse un estudio de gammagrafía ósea con tecnecio 99 metaestable, entre los meses de julio - setiembre del 2013, en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

3.3. Área de estudio.

El área de estudio es el servicio de medicina nuclear del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), ubicado en la Av. Angamos Este N° 2520, Surquillo, Lima-Perú. El hospital cuenta con el servicio de medicina nuclear.

3.4. Población de estudio.

La población del estudio estará constituida por todos los pacientes que ingresen al servicio de medicina nuclear, que estén entre las edades de 25 a 85 años, de ambos sexos y que ingresen entre los meses de octubre a diciembre del 2013, para el estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc , en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

3.5. Criterios de selección.

3.5.1. Criterios de inclusión

- ☒ Pacientes que sean atendidas en el servicio de medicina nuclear para un estudio de gammagrafías óseas con tecnecio ^{99m}Tc , entre los meses de julio - setiembre del 2013, en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN).

- ☒ Pacientes que se les haya administrado radiofármaco que contenga ácido metilendifosfónico (AMD).
- ☒ Pacientes que se encuentren entre las edades de 25 a 85 años, de ambos sexos.
- ☒ Pacientes que acepten el consentimiento informado.

3.5.2. Criterios de exclusión

- ☒ Aquellos pacientes que presentan enfermedad renal.
- ☒ Aquellos pacientes que hayan recibido terapia prolongada con glucocorticoides.
- ☒ Pacientes que presenten alergias o que hayan tenido reacciones adversas a dichos radiofármacos.

3.6. Muestra.

La muestra es de tipo probabilística, además para cumplir los objetivos propuestos se utilizaron métodos de estadística descriptiva; siendo el muestreo de tipo sistemático.

La fórmula que se utilizó fue:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N-1) + Z^2S^2}$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población.
- Z = valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal. Llamado también nivel de confianza.
- S^2 = varianza de la población en estudio (que es el cuadrado de la desviación estándar y puede obtenerse de estudios similares o pruebas piloto).
- d = nivel de precisión absoluta. Referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

3.7. Determinación de la muestra.

Según la fórmula el tamaño de la muestra es 300. Para la determinación de la muestra el estudio tendrá una precisión absoluta de 0.05 y un nivel de confianza del 95 %.

3.8. Marco Muestral.

Está dado por todos los pacientes ingresantes al servicio de Medicina Nuclear para realizarse el estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc .

3.9. Método e instrumento de recolección de datos.

Los métodos que se utilizarán serán la observación, además de una ficha de recolección de datos para poder obtener la información de los pacientes que se realicen un estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc , de julio - setiembre del 2013.

El instrumento que se utilizará para obtener los datos será el Monitor de tasa de dosis, Geiger Muller; los datos recolectados serán vaciados en el formato de recolección y posteriormente para su análisis en una tabla de contingencia.

3.10. Procedimientos para la recolección de la información.

3.10.1. Medición de la tasa de exposición

- ☒ Después del examen de gammagrafía ósea, antes de retirarse del instituto se le comunicó al paciente sobre el estudio que íbamos a realizar. Se le

entregó el consentimiento informado, luego de firmarlo procedimos a realizar las mediciones de los datos.

- ☒ Realizamos un par de mediciones de radiación de fondo en la zona de medición.
- ☒ Verificamos que el instrumento este correctamente posicionado, que la posición entre el paciente y el instrumento sea de un metro.
- ☒ Llamamos a un solo paciente a la zona de medición; y realizamos las mediciones a la altura del centro del tórax a 1 metro de distancia en la parte frontal del paciente, hallándose éste de pie o sentado pero siempre en la misma posición.
- ☒ Verifique que la tasa de exposición sea inferior al criterio establecido para dar el alta en cada caso; (40uSv/h).
- ☒ Si la tasa de exposición es inferior al criterio establecido, se procede a darle el alta hospitalaria y explicarle las instrucciones que debe seguir.

3.10.2. Aspectos éticos

- ☒ La información obtenida de los pacientes no será divulgado.
- ☒ El resultado del estudio de investigación no será alterado por conveniencia y se presentara íntegramente.
- ☒ consentimiento informado para participar en un proyecto de investigación en salud. (Anexo N°2).

3.11. Procesamiento y análisis de datos.

3.11.1. *Tipo de análisis*

El análisis que se realizará es el estadístico-descriptivo.

3.11.2. *Elaboración de los datos*

Se obtendrán cuadros de frecuencia absoluta, frecuencia relativa y promedios en cada una de las variables estudiadas. Para medir el grado de relación de las variables cuantitativas se utilizara el coeficiente de correlación de Pearson. Para realizar estos cálculos la información se introducirá en una base de datos confeccionada en el programa SPSS 17.0.

IV. RESULTADOS

TABLA N° 1

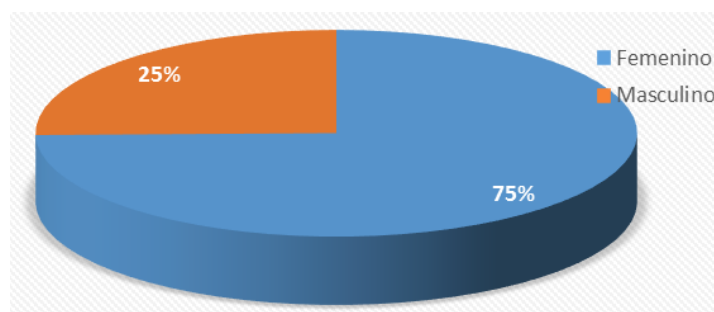
Distribución de pacientes según sexo, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013

SEXO	GAMMAGRAFÍA ÓSEA CON TECNECIO 99M	
	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	224	74.7
Masculino	76	25.3
TOTAL	300	100

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO N° 1

Distribución de pacientes según sexo, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia

La tabla y el grafico n° 1, nos muestra que del total de los 300 pacientes, 224 fueron mujeres y 76 varones, por lo que según este estudio las mujeres son las que más se realizan un examen de gammagrafía ósea representando el 75% del total, y los varones solo representan el 25%.

TABLA N° 2.

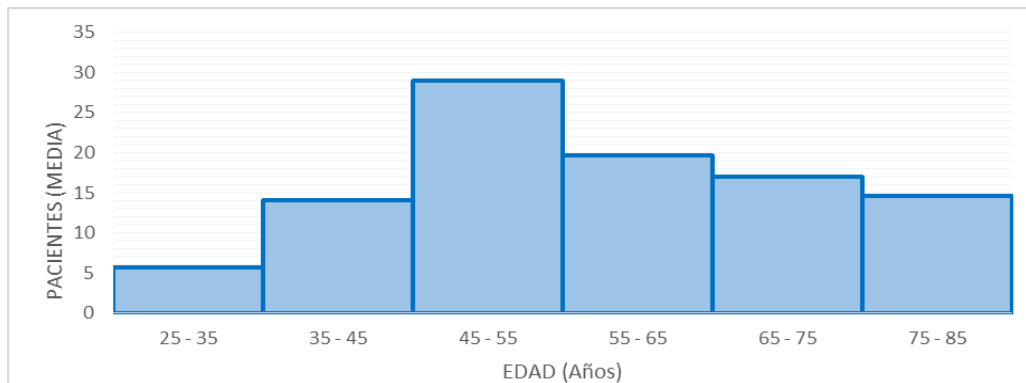
Distribución de pacientes según edad, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013

AÑOS	PACIENTES	
	Frecuencia	Porcentaje
25 - 35	17	5.7
35 - 45	42	14
45 - 55	87	29
55 - 65	59	19.7
65 - 75	51	17
75 - 85	44	14.6
Total	300	100

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 2.

Distribución de pacientes según edad, que se realizaron una gammagrafía ósea con 99mTc. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla y gráfico n°2 se aprecia que el 29% del total de pacientes tienen edades entre 45 a 55 años; el 19.7% tienen edades entre 55 a 65 años; y el 5.7% tienen edades entre 25 a 35 años. De estos resultados se obtiene que la edad promedio de los pacientes es de 58 años, la dispersión de la edad respecto a la media, medida por la desviación estándar de los datos, es de 14 años. Se observa también que el 50% de los pacientes tiene una edad menor o igual a 57 años, la edad más común es 46 años, a si también tenemos que la edad mínima es de 25 y la máxima de 83 años.

TABLA N° 3

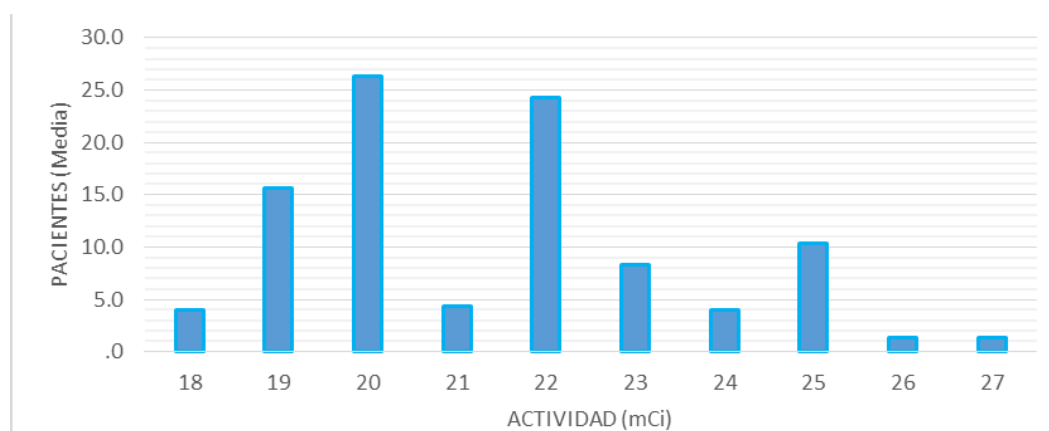
Media, mínimo y máximo de los valores de la Actividad administrada de Tecnecio 99 metaestable. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013

	VALOR
N	300
Media	21.4 mCi
Desviación estándar	2.1 mCi
Mínimo	18 mCi
Máximo	27 mCi

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 3

Media, mínimo y máximo de los valores de la Actividad administrada de Tecnecio 99 metaestable. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

La tabla n°4, muestra que la actividad administrada promedio de los pacientes que se realizaron la gammagrafía ósea con tecnecio 99 metaestable es de 21.4mCi, la desviación estándar es 2.1 mCi. El 50% de los pacientes tiene una actividad administrada menor o igual a 21 mCi, la actividad que más se repite es 20 mCi, a si también tenemos que la actividad administrada mínima es de 18 mCi y la máxima de 27mCi. El grafico n°4 muestra que a 20% de pacientes se le administro 20mCi y al 1.3% 27mCi, siendo el porcentaje máximo y mínimo respectivamente.

TABLA N° 4

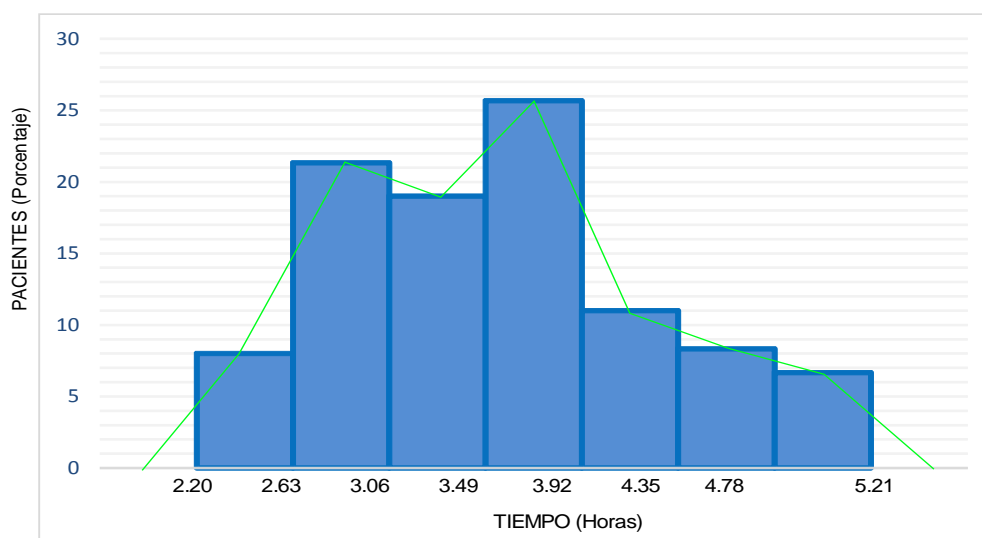
Media, mínimo y máximo de los valores del tiempo post inyección hasta la medición de los datos. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013

	VALOR
N	300
Media	3.5horas
Desviación estándar	0.7horas
Mediana	3.5horas
Mínimo	2.2horas
Máximo	5.2horas

Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4

Distribución de los pacientes según el tiempo post inyección hasta la medición de los datos. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

La tabla n° 4 muestran que el tiempo post inyección hasta las mediciones de los datos de los pacientes es en promedio 3.5 horas, la dispersión del tiempo respecto a la media es de 0.7 horas, el 50% de los pacientes tuvo un tiempo menor o igual a 3.5 horas, el tiempo mínimo es de 2.2 horas y el máximo de 5.2 horas. El grafico n°4 muestra que el 6.7% de los pacientes tuvo un tiempo entre 4.8 - 5.2 horas y el 26% entre 3.5 - 3.9 horas siendo el porcentaje mínimo y máximo respectivamente.

TABLA N° 5

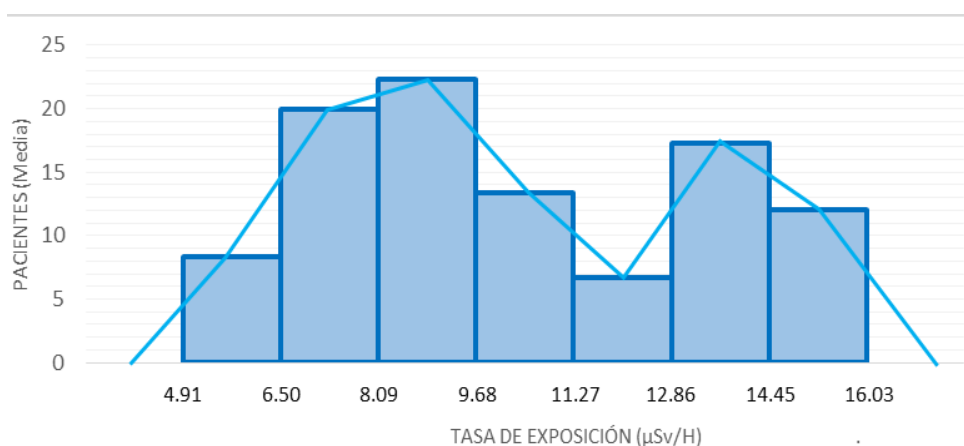
Media, mínimo y máximo de valores de la tasa de exposición de los pacientes inyectados con ^{99m}Tc . Julio - setiembre del 2013

	VALOR
N	300
Media	10.3 $\mu\text{Sv/hora}$
Desviación estándar	3.1 $\mu\text{Sv/hora}$
Mediana	9.5 $\mu\text{Sv/hora}$
Mínimo	4.92 $\mu\text{Sv/hora}$
Máximo	16 $\mu\text{Sv/hora}$

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 5

Distribución de los pacientes según la tasa de exposición. Medicina Nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

La tabla n° 5, muestran que la tasa de exposición medida a un metro de distancia del paciente al término de su estudio de gammagrafía ósea con ^{99m}Tc es en promedio 10.3 $\mu\text{Sv/h}$, la dispersión de la tasa de exposición respecto a la media es de 3.1 $\mu\text{Sv/h}$, el 50% de los pacientes tiene una tasa menor o igual a 9.5 $\mu\text{Sv/h}$; la tasa que más se repite en el grupo de los pacientes es 9 $\mu\text{Sv/h}$, la tasa mínima de un paciente es 4.92 $\mu\text{Sv/h}$ y la máxima 16 $\mu\text{Sv/h}$. El grafico n°5 muestra que el 6.7% de los pacientes presentó una tasa de exposición entre 11.3-12.9 $\mu\text{Sv/h}$ y el 22.3% entre 8.1-9.7 $\mu\text{Sv/h}$ siendo el porcentaje mínimo y máximo respectivamente.

TABLA N°6.

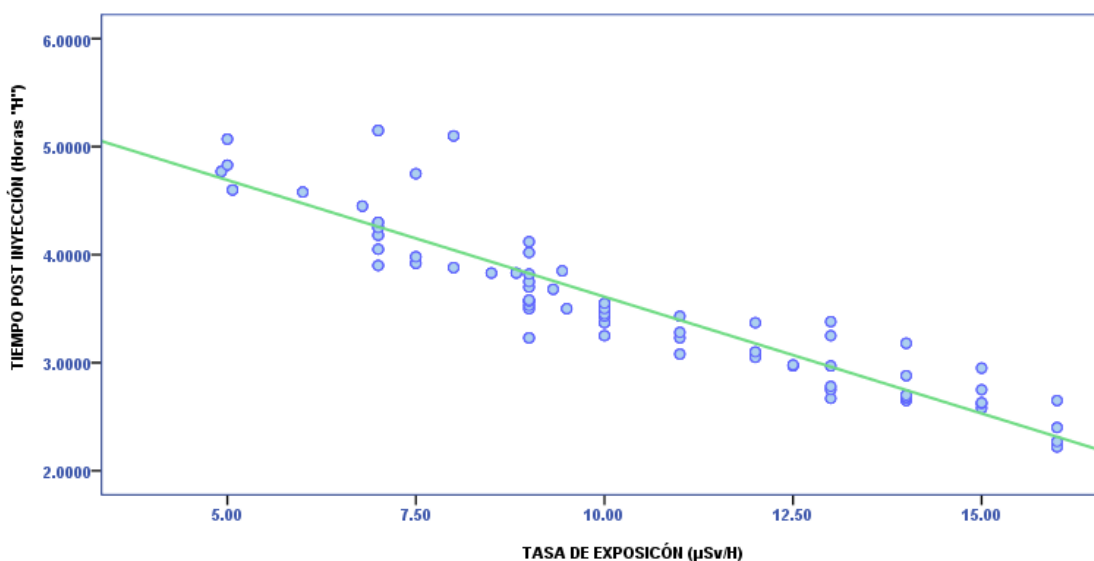
Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y el tiempo post inyección. Medicina nuclear-INEN. Lima. Julio - setiembre del 2013

TIEMPO POST INYECCIÓN (HORAS)		
TASA DE EXPOSICIÓN (microsiver/hora)	Correlación de Pearson	-0.922(**)
	Sig. (bilateral)	0.000
	N	300
** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).		

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N°6.

Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y el tiempo post inyección. Dpto. Medicina nuclear-INEN. Lima. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla y grafico n° 6 los resultados nos muestran que existe una correlación significativa alta y negativa (-0.92). Lo cual nos indica que a medida que el tiempo post inyección, hasta la medición de los datos, aumenta la tasa de exposición disminuye, es decir, hay una relación indirecta del paso del tiempo con esta última, esto debido a que la vida media del tecnecio es de 6.02 horas.

TABLA N° 7

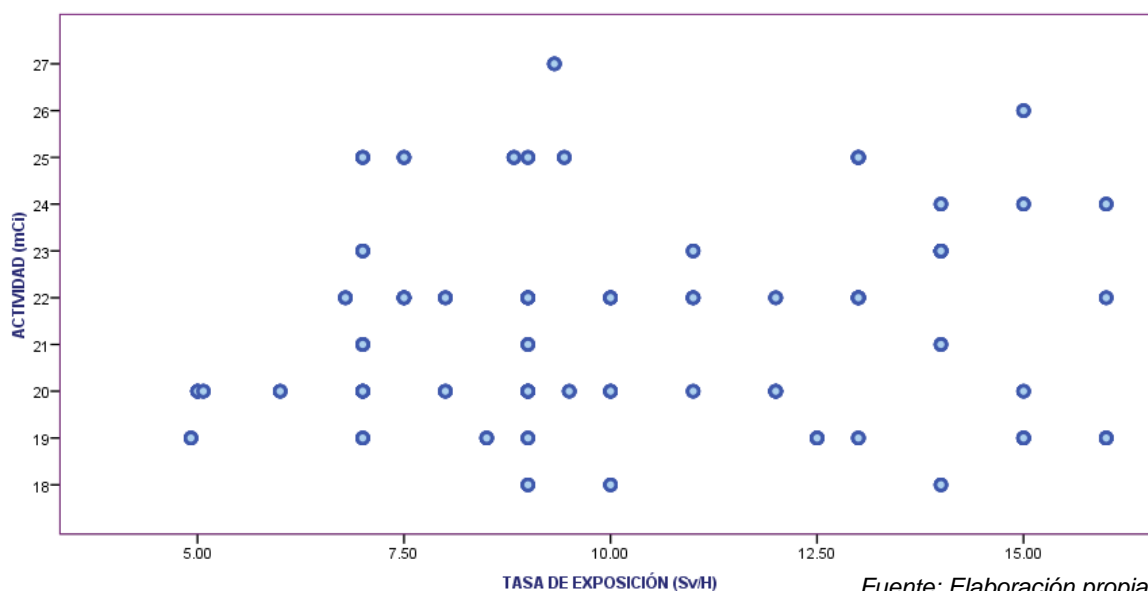
Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y la actividad administrada de los pacientes que se realizaron una gammagrafía ósea con ^{99m}Tc . Medicina nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013

TASA DE EXPOSICIÓN ($\mu\text{Sv/h}$)		
ACTIVIDAD (mCi)	Correlación de Pearson	0.113
	Sig. (bilateral)	0.051
	N	300

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO N° 7

Correlación de Pearson entre la tasa de exposición y la actividad administrada de los pacientes que se realizaron una gammagrafía ósea con ^{99m}Tc . Medicina nuclear-INEN. Julio - setiembre del 2013



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla y en el gráfico n° 7 los resultados nos muestran que existe una correlación no significativa y positiva (+0.113). Lo cual nos dice que no hay relación significativa entre la actividad administrada y la tasa de exposición.

Según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), para que el paciente pueda egresar del hospital después de haber recibido un material radioactivo la tasa de dosis emitida por el paciente debe ser menor de $40\mu\text{Sv/h}$ medida a la altura del centro del tórax a 1 metro de distancia en la parte frontal del paciente; y según las mediciones de los datos nos dan como resultado en promedio una tasa de exposición de $10.3 \pm 3.1\mu\text{Sv/h}$, es decir, 4 veces menor que el límite.

V. DISCUSIÓN

Si comparamos nuestros resultados con los obtenidos por Jaime Sandoval Lagos. et al. En su estudio, *Evaluación de dosis recibidas por pacientes y familiares debidas a las dosis diagnosticas administradas en medicina nuclear*. Primero debemos mencionar que la actividad administrada en su estudio es constante de 20mCi y las distancias de las mediciones de los datos fue variable de 10cm, 30cm, 50cm, 100cm, y 150cm, el tiempo post inyección fue de 1h, 2h y 3h-, mientras que en nuestro estudio, la tabla y gráfico N°3, indican que la actividad administrada varia de 18 a 27mCi, en promedio 21.4mCi, nuestra distancia es constante de 100cm y nuestro tiempo post inyección varia de 2.2 horas a 5.2 horas.

Los resultados del estudio de Jaime Sandoval Lagos. et al. Muestran que la tasa de exposición obtenidas varia en escalas logarítmicas con respecto a la distancia y para las horas post-inyección, en nuestro estudio no podemos demostrar que hay variación de la tasa de exposición con respecto a la distancia debido a que la medición de los datos se realizó a una distancia constante de 1 metro, sin embargo, coincidimos en que la tasa de exposición de los pacientes varia con respecto al tiempo post-inyección, esto se muestra en nuestra tabla y grafico N° 6 donde se indica que hay una correlación significativa alta y negativa (-0.92), lo cual significa que, cuanto mayor es el tiempo post-inyección menor es la tasa de exposición de los pacientes de medicina nuclear. Si bien es cierto coincidimos en que hay una relación significativa entre la tasa de exposición y el tiempo post-inyección, no concluimos lo mismo ya que para su estudio se necesita una

distancia de 274cm para no sobrepasar el límite de dosis para el público en general y para nuestro estudio con 100cm de distancia la tasa de exposición es menor que el límite permisible según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP).

Con el estudio de Trujillo Zamudio. et al 2006. *Niveles de exposición a la radiación en pacientes de diagnóstico inyectados con ^{99m}Tc , ^{67}Ga y ^{131}I en el Instituto Nacional de Cancerología Servicio de Medicina Nuclear de México*. Este estudio mide la tasa de exposición a 1 metro de distancia del paciente antes de salir del hospital, con diferentes radiofármacos, en este caso nos interesaremos solo en el radiofármaco de gammagrafía ósea; es decir, en el metilendifosfonato marcado con tecnecio 99 metaestable (^{99m}Tc -MDP). Sus resultados indican que con una muestra de 207 pacientes ellos obtuvieron, a un metro de distancia del paciente inyectado, una tasa de dosis de $4.95 \pm 1.48 \mu\text{Sv/h}$, mientras que con nuestro estudio obtenemos, con una muestra de 300 pacientes, una tasa de exposición de $10.3 \pm 3.1 \mu\text{Sv/hora}$, medidos también a 1 metro de distancia del paciente inyectado.

Podemos observar que el promedio de la tasa de exposición del estudio de Trujillo Zamudio. et al. Es menor que nuestro promedio, esto se debe a que su actividad administrada fue constante de 20mCi, mientras que la actividad administrada que muestra nuestra tabla y gráfico N° 3 fue en promedio $21.4 \pm 2.1 \text{mCi}$, siendo el valor mínimo de 18mCi y el máximo de 27mCi. En el estudio de Pérez, M. et al. (2003). *Optimización de la actividad a administrar en estudios de extremidades óseas empleando MDP- ^{99m}Tc* . mencionan que a mayor actividad administrada mayor es la tasa de exposición. Por otro lado su estudio solo indica que la tasa de exposición se midió antes de salir de dicho hospital, no especifica el tiempo que paso desde la inyección del radiofármaco hasta dicha medición, en nuestro estudio la tabla y grafico N° 4, muestra que en promedio el tiempo post inyección es de 3.5 ± 0.7 horas el valor mínimo es de 2.2 horas y el máximo de 5.2 horas, en el estudio de Jaime Sandoval Lagos. et al. 2006 En su estudio, *Evaluación de dosis recibidas por pacientes y familiares debidas a las dosis diagnosticas*

administradas en medicina nuclear. Y en la tabla N° 6 de nuestro estudio, indican que existe una correlación significativa alta y negativa entre la tasa de exposición y el tiempo post inyección, es decir, cuanto mayor es el tiempo post inyección menor es la tasa de exposición, por lo tanto nuestro estudio presente mayor tasa de exposición por que las mediciones de los datos se realizaron a tiempos post inyección menores. Sin embargo, ambos estudios no superan los límites para la protección radiológica del público según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP)

Con respecto al estudio de Irma Martínez Hernández. et al. 2009. *Análisis de Dosis Equivalente (H) a partir de la Exposición (X) recibida por Familiares de Pacientes en Estudio de Perfusión Miocárdica con 99mTc-Sestamibi.* Este estudio evalúa 30 pacientes a los cuales se les administró el radiofármaco sestamibi marcado con tecnecio 99 metaestable, si bien es cierto no es una gammagrafía ósea, si se utiliza el mismo radioisótopo, es decir, el tecnecio 99 metaestable. Según este estudio a la distancia de 1 metro en 3 horas la dosis absorbida por el familiar será $69.3 \pm 0.13 \mu\text{Sv}$, es decir, habría una tasa de exposición de $23 \mu\text{Sv/hora}$, en nuestro estudio en la tabla y grafico N°5 nuestra tasa de exposición es de $10.3 \pm 3.1 \mu\text{Sv/hora}$. La razón por la cual nuestra tasa de exposición es menor se debe a que en la perfusión miocárdica se administra dos veces el material radioactivo. Sin embargo, ambos estudios llegan a la misma conclusión, que los procedimientos diagnósticos con tecnecio 99 metaestable no presenta ningún riesgo para el público ni para los familiares.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En los procedimientos de diagnóstico en medicina nuclear, como la gammagrafía ósea con tecnecio 99 metaestable la tasa de exposición a un metro de distancia de los pacientes que egresan del Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas, están muy por debajo del límites recomendado por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), por lo tanto, se puede concluir que, dicho paciente no presentan ningún riesgo para el público.

Se concluye que una persona del público ubicada a una distancia de un 1 metro del paciente de medicina nuclear, que se ha realizado una gammagrafía ósea con tecnecio 99 metaestable, presentará una dosis radiológica de $10.3 \pm 3.1 \mu\text{Sv/hora}$ muy por debajo del límite máximo permisible anual de dosis; por lo que dicho estudio no representa ningún riesgo, lo que disminuye aún más la relación costo-beneficio de dicho procedimiento.

Se puede concluir que el valor de la tasa de exposición de cada paciente depende de muchos factores, como la actividad administrada; pero principalmente del tiempo que transcurre desde la administración del radiofármaco hasta la medición de los datos.

5.2. Recomendaciones

A pesar de que el paciente que se ha realizado una gammagrafía ósea con tecnecio 99 metaestable no presenta mayor riesgo para el público, se recomienda que no se acerque a los niños ni a personas gestantes, por lo menos las 24 horas siguientes.

Se recomienda que los pacientes a los que se les ha administrado tecnecio 99 metaestable tengan mucho cuidado al momento de miccionar, sobre todo a los varones de preferencia hacerlo sentado, también evitar escupir y dar ósculos, por lo menos durante 24 horas post inyección. Esto debido a que el material radioactivo se excreta por dichas vías anatómicas.

El hecho de que la prevalencia natural sea generalmente mucho mayor que el riesgo de radiación de los procedimientos diagnósticos como la gammagrafía ósea con ^{99m}Tc en la práctica clínica no retracta de la necesidad de adherir a la filosofía de ALARA “Tan bajo como razonablemente sea posible”.

BIBLIOGRAFÍA

1. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Protección radiológica en medicina. 1a ed. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Radioprotección, 2011.
2. Núñez M. Protección radiológica en medicina nuclear. Montevideo: ALASBIMN; 2008
3. Sandoval J, Zamora H, Plazas M. Evaluación de dosis recibidas por pacientes y familiares debidas a las dosis diagnosticas administradas en medicina nuclear. En: Medina E. Editor. Protección Radiológica en América Latina y el Caribe. Lima: OIEA; 1996. p. 861-864.
4. Trujillo F., Gomez E., Estrada E., Medina L. Radiation Exposure Levels in Diagnostic Patients Injected with ^{99m}Tc , ^{67}Ga and ^{131}I at the Mexican National Institute of Cancerology Nuclear Medicine Department. Guadalajara: American Institute of Physics; 2006.
5. Martínez I., Vázquez R., Jiménez L. Análisis de Dosis Equivalente (H) a partir de la Exposición (X) recibida por Familiares de Pacientes en Estudio de Perfusión Miocárdica con ^{99m}Tc - Sestamibi. México D. F.: Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez; 2009.
6. Altamirano T. La gammagrafía como técnica diagnóstica en medicina nuclear. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2006.
7. Ziessman H, O'Malley J, Thrall J. En Medicina nuclear: Los requisitos en radiología. 4a ed. Madrid: Elsevier; 2007.

8. Carrió I, Gonzales P. Medicina nuclear: aplicaciones clínicas. España: Masson; 2013.
9. Corbacho M, Bermejo R. Realización de una gammagrafía ósea. Madrid: Nure Investigación; 2010.
10. Meza P. Gammagrafía ósea con ácido metilendifosfónico en el diagnóstico de metástasis ósea en pacientes oncológicos. Arequipa: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2008.
11. Araújo A, Khoury H, Lima F. Dosis efectiva colectiva en la población de Pernambuco, debido a los procedimientos de diagnóstico en medicina nuclear. Revista Scientia Plena. 2010 Abr; 6(4): 1-7.
12. Montero E. Protección radiológica en el manejo de pacientes hospitalizados, sometidos a radioisotopoterapia con iodo-131 (^{131}I) en el instituto oncológico nacional "Dr. Juan Tanca Marengo". Guayaquil: Montero E.; 2009.
13. Organismo Internacional de Energía Atómica. Alta de los pacientes después de recibir terapia con radionúclidos [monografía en internet]. 2010. disponible en <http://xa.yimg.com/kq/groups/20174557/1730075661/name/GUIA+PRACTICA+IMPLEMENTACION+del+SRS+63.Final.30+Marzo+2009.pdf>
14. Centro Nacional de Seguridad Nacional. Guía de seguridad para la práctica de medicina nuclear. La Habana: Centro Nacional de Seguridad Nacional; 2011.
15. Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Protección radiológica en radiodiagnóstico y en radiología intervencionista: magnitudes y unidades dosimétricas. [Diapositivas].

16. [Preitfellner J](#), [Kurtaran A](#), [Havlik E](#). Radiation exposure in the vicinity of patients after administration of Tc-99m-DPD. Nuclear medicine; 1995. 34(4): 151-155.
17. Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear (INGEOMINAS). Estrategia nacional para la prevención, atención y monitoreo de riesgos radiológicos. Bogotá: INGEOMINAS; 2002.
18. Comisión Internacional de Protección Radiológica. Publicación ICRP-84: Embarazo e Irradiación Médica. Sociedad Española de Protección radiológica; 2000. Disponible en: www.icrp.org/docs/p084_spanish.pdf.
19. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Medronato: Ácido Metilendifosfónico. Disponible en: www.ipen.gob.pe/site/productos/ards/amd.pdf
20. Pérez M, Díaz O, Ferrer N. Optimización de la actividad a administrar en estudios de extremidades óseas empleando MDP-Tc99m. Alasbimn Journal; 2003. 5(20).
21. Núñez I, Argibay S, Gómez J. Gammagrafía ósea en la valoración de la enfermedad de Paget monostótica. Revista Española de Enfermedades Metabólicas Oseas; 2006. 15(4): 82-84.
22. International Atomic Energy Agency. Safety standards series.No. RS-G-1.5. radiological protection for medical exposure to ionizing radiation. Vienna: International Atomic Energy Agency; 2002.
23. New York state department of health bureau of environmental radiation protection. Release of patients administered radioactive materials. New York: Draft radiation guide 10.17; 1996.
24. <http://www.gamagrafia.com.mx/cintigrama-oseo.html>

25. Amaral H. Seguridad radiológica, precauciones y consejos a los pacientes que reciben dosis terapéuticas de i-131. Alasbimn Journal; 1999. 1(4).
26. Menéndez S, García A. Procedimientos de protección radiológica para la manipulación de fuentes no encapsuladas utilizadas en la Instalación Radiactiva Central (IRC) de la facultad de medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2009.
27. U.S. Nuclear Regulatory Commission. Release of patients administered radioactive materials. Regulatory guide 8.39. United States; 1997. Disponible en <http://pbadupws.nrc.gov/docs/ML0833/ML083300045.pdf>
28. Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear. Brasil: Comissão Nacional de Energia Nuclear; 1996.
29. Secretaria de Energía. Norma Oficial Mexicana NOM-013-NUCL-2009: Requerimientos de seguridad radiológica para egresar a pacientes a quienes se les ha administrado material radiactivo. Diario oficial. 20 de octubre del 2009.
30. Foro de protección radiológica en el medio sanitario. Octubre del 2011. Criterios de alta de pacientes y medidas para la protección radiológica del público después de tratamientos metabólicos con 131I. Consejo de Seguridad Nuclear (CSN); 2011.

ANEXO 1

“VALORES DE LAS TASAS DE EXPOSICIÓN A UN METRO DE DISTANCIA DEL
PACIENTE AL TÉRMINO DE UN ESTUDIO DE GAMMAGRAFÍA ÓSEA CON
TECNECIO 99 METAESTABLE”

Investigadores:

Quispe Barriga, Elida Noemí

Taboada Rosello, Cristopher Jesús

El propósito del presente trabajo de investigación es brindar información sobre la tasa de exposición de los pacientes al término de su estudio de gammagrafía ósea con Tecnecio 99m, y compararlos con los valores indicados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) para permitir que el paciente pueda egresar del hospital.

Los pacientes que participen en este estudio de investigación deben haber sido atendidos en el servicio de medicina nuclear para un estudio de gammagrafía ósea, se les debe haber administrado metilendifosfonato (MDP) marcado con tecnecio 99m, y su edad debe encontrarse entre 25 a 85 años.

El paciente tiene que permanecer más tiempo terminado su estudio gammagráfico, será colocado a un metro de distancia del Geiger Müller (detector de radiación) para medir su tasa de exposición, este debe permanecer quieto. Las mediciones se realizarán el mismo día de su examen en un solo momento que durará máximo 15 minutos.

Estas mediciones no representan ningún riesgo para el paciente, no asumirá costos por ningún motivo, así mismo tampoco habrá beneficios económicos para el paciente.

El resultado del estudio de investigación no será alterado por conveniencia y se presentará íntegramente. La información obtenida de los pacientes no será divulgada.

El paciente tiene el derecho de decidir si quiere participar, así mismo retirarse por cualquier motivo, cuando lo desee, sin tener que dar explicaciones, y sin que esto repercuta en sus cuidados médicos

Yo _____
identificado con (DNI) _____

Al firmar este documento reconozco que lo he leído o que me ha sido leído y explicado y que comprendo perfectamente su contenido. Se me han dado amplias oportunidades de formular preguntas y que todas las preguntas que he formulado han sido respondidas o explicadas en forma satisfactoria.

Comprendiendo lo estipulado en este documento, doy mi consentimiento para la realización del procedimiento y firmo a continuación:

PACIENTE

APELLIDOS: _____

NOMBRE: _____

DNI:

TESTIGO O RESPONSABLE DEL PACIENTE:

APELLIDOS: _____

NOMBRE: _____

DNI:

PROFESIONAL DE LA SALUD:

APELLIDOS: _____

NOMBRE: _____

DNI:

ANEXO 2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRES Y APELLIDOS:

.....

EDAD: SEXO: F () M ()

FECHA:

PATOLOGÍA:

PESO:

TALLA:

Actividad administrada:

	mCi
--	-----

Tiempo de duración del estudio (desde la administración del radiofármaco):

	Horas
--	-------

Tasa de exposición a un metro de distancia del paciente:

	$\mu\text{Sv/h}$
--	------------------